

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА МИКРОСТРУКТУРУ И ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ИНТЕРВАЛ РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ ВЫСОКОАЗОТИСТЫХ Cr-Mn-Mo-СТАЛЕЙ

Материалом исследования служили промышленные коррозионно-стойкие аустенитные стали марок 06X18AG19M2 (сталь 1) и 07X16AG13M3 (сталь 2), выплавленные под высоким давлением азота. С целью исследования влияния термической обработки, являющейся частью технологического процесса упрочнения ВАС, на структуру и определения интервала рекристаллизации образцы были подвергнуты закалке от 950, 1000, 1050, 1100, 1150, 1200 °С. Эволюция структуры сталей при термической обработке иллюстрируется рис. 1 и 2.

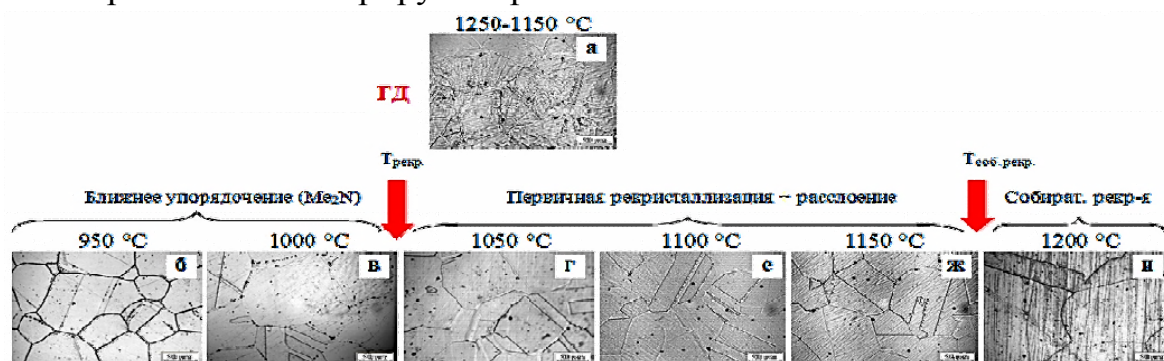


Рис. 1. Микроструктуры стали 06X18AG19M2

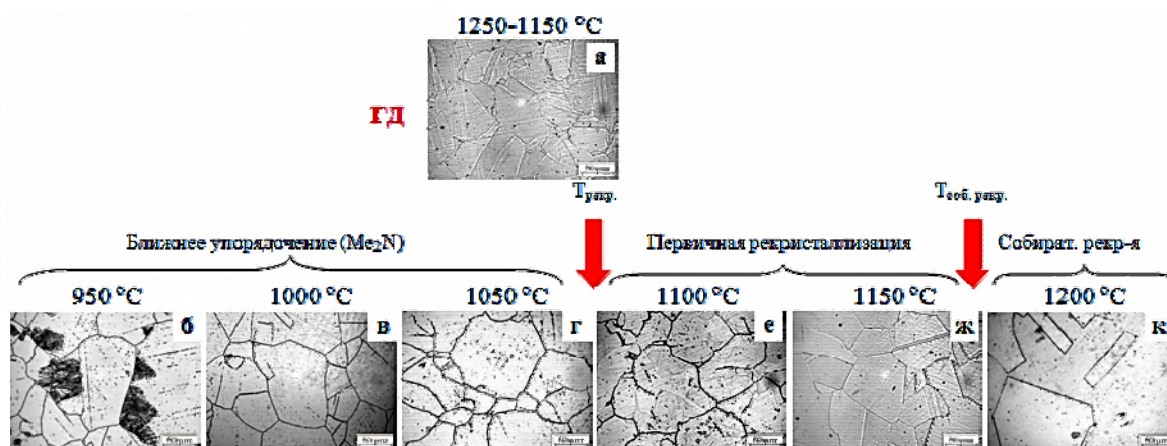


Рис. 2. Микроструктуры стали 07X16AG13M3

Показано, что гомогенизация γ -твердого раствора и начало развития первичной рекристаллизации с образованием аустенита полиэдрической формы с тонкими границами зерен становятся возможными при выдержке 1 ч при температуре 1050 °С для стали 1, а для стали 2 – при 1100 °С. Первичная рекристаллизация сталей полностью завершается после выдержки при 1150 °С, в результате чего наблюдается однородная аустенитная структура без признаков химической неоднородности γ -твердого раствора. Размер зерен обеих сталей остается неизменным с повышением степени нагрева под закалку и составляет 100 и 80 мкм соответственно для стали 1 и 2 до момента начала собирательной рекристаллизации при 1200 °С.

По результатам металлографических исследований установлены интервалы рекристаллизации исследованных сталей, согласно которым порог рекристаллизации у стали 1 примерно на 50 °С ниже, а интервал первичной рекристаллизации на 50 °С шире, чем у стали 2, что объясняется, очевидно, большей объемной долей выделений в ней по границам зерен.

На основании полученных результатов и имеющихся в литературе данных о том, что при рекристаллизации пересыщенных твердых растворов, как правило, $T_p/T_{пл} > 0,60$ и может достигать значения 0,80, что обусловлено существованием температурно-временного интервала между образованием зародышей рекристаллизации и началом их роста [1], был оценен примерный температурный интервал рекристаллизации исследованных сталей и расчетным путем, а также внесена поправка в известное уравнение для определения температуры плавления стали [2] с учетом влияния азота.

Приняв за верхнюю температуру рекристаллизации $T_{p1}^B = 1050$ °С для стали 1 (06X18AG19M2), была рассчитана его температура плавления $T_{пл1} = 1050/0,8 = 1315$ °С и нижняя температура рекристаллизации $T_{p1}^H = 1315 \times 0,6 = 790$ °С. Подставив расчетное значение температуры плавления $T_{пл1}$ в уравнение [2]: $T_{пл} = 1539 - (79[C] + 11,2[Si] + 4,6[Mn] + 35[S] + 36[P] + 1,4[Cr] + 3,3[Ni] + 1,6[Mo] + 1[W] + 5[V] + 3,5[Al])$, и зная содержание азота в стали 1, провели корректировку последнего, в результате чего получили новое выражение: $T_{пл} = 1539 - (79[C] + 115,6[N] + 11,2[Si] + 4,6[Mn] + 35[S] + 36[P] + 1,4[Cr] + 3,3[Ni] + 1,6[Mo] + 1[W] + 5[V] + 3,5[Al])$. Тогда для стали 2 (07X16AG13M3) рассчитанная температура плавления $T_{пл2} \cong 1340$ °С, нижний порог рекристаллизации $T_{p2}^H = 1340 \times 0,6 = 800$ °С, а верхний порог $T_{p2}^B = 1340 \times 0,8 = 1100$ °С. То есть в стали 1 при более высоком содержании марганца рекристаллизация начиналась не-

сколько раньше, чем в стали 2, хотя интервал рекристаллизации был практически одинаковым (260 и 300 °С для стали 1 и 2).

Список источников

1. Горелик С.С., Добаткин С.В., Капуткина Л.М. Рекристаллизация металлов и сплавов. – 3-е изд. М.: МИСИС, 2005. 432 с.
2. Kawakami K., Kitagawa T., Miyashita Y. et al. II Nippon Kokan Technical Report. Overseas. 1982. V. 36. P. 26–27.